

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

(11) N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

2 693 023

(21) N° d'enregistrement national :

92 07916

(51) Int Cl<sup>5</sup> : G 21 C 3/328, 5/00

(12)

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 26.06.92.

(30) Priorité :

(43) Date de la mise à disposition du public de la demande : 31.12.93 Bulletin 93/52.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : Se reporter à la fin du présent fascicule.

(60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

(71) Demandeur(s) : FRAMATOME société anonyme — FR et COMPAGNIE GENERALE DES MATIÈRES NUCLEAIRES société anonyme — FR.

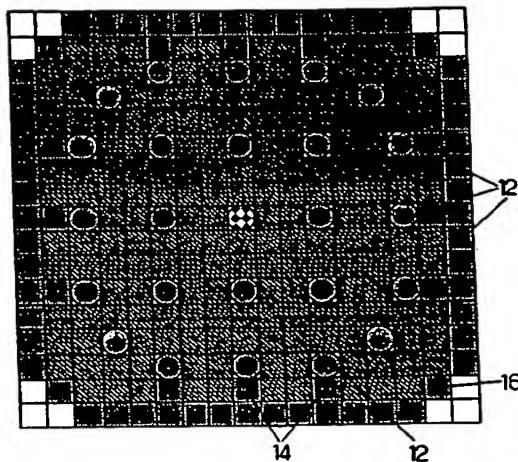
(72) Inventeur(s) : Marot Jean-François et Mahé Patrice.

(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire : Cabinet Plasseraud.

(54) Assemblage combustible contenant du plutonium et cœur de réacteur utilisant un tel assemblage.

(57) L'assemblage utilisable dans un réacteur nucléaire refroidi et modéré à l'eau naturelle, comprend un faisceau de crayons combustibles contenant du plutonium et de l'uranium naturel ou appauvri, à l'état d'oxyde. Les crayons sont distribués en un groupe central constitué de crayons ayant une première teneur t1 en plutonium, une rangée périphérique de crayons ayant une teneur t2, inférieure à t1, en plutonium, et un groupe de crayons de coin ayant une teneur t3 inférieure à t2, le plutonium et l'uranium étant sous forme d'oxyde mixte.



FR 2 693 023 - A1



BEST AVAILABLE COPY

BEST AVAILABLE COPY

## ASSEMBLAGE COMBUSTIBLE CONTENANT DU PLUTONIUM ET COEUR DE REACTEUR UTILISANT UN TEL ASSEMBLAGE

5 L'invention concerne les réacteurs nucléaires refroidis et modérés par l'eau naturelle, et plus particulièrement les assemblages combustibles destinés à de tels réacteurs.

10 Le retraitement des assemblages combustibles irradiés a rendu disponible des quantités importantes d'uranium appauvri et de plutonium (ce terme devant être interprété comme désignant également le plutonium contenant une faible teneur d'américium provenant de la décroissance radio-active du Pu 241). On a depuis longtemps proposé 15 d'utiliser le plutonium provenant du retraitement des assemblages irradiés pour en mélanger avec de l'uranium naturel ou appauvri, que ce soit pour des réacteurs à eau bouillante (US-A-4 251 321) ou des réacteurs à eau sous pression (US-A-4 652 416), dans des crayons occupant une 20 fraction des assemblages combustibles du réacteur nucléaire, les autres crayons contenant généralement de l'uranium enrichi.

25 Les différences de propriétés neutroniques entre les isotopes du plutonium et ceux de l'uranium rendent impossible la substitution pure et simple d'un mélange U-Pu à l'uranium enrichi en isotope 235. Certaines de ces différences sont déjà exposées dans les brevets US ci-dessus mentionnés, auxquels on pourra se reporter. De plus, le plutonium provenant du retraitement a une composition 30 isotopique qui varie notablement suivant le taux d'irradiation subie par le combustible (conditionné dans une certaine mesure par l'enrichissement initial), par le spectre d'énergie des neutrons dans le réacteur où s'est effectuée l'irradiation et enfin suivant la durée du séjour en réacteur, du stockage ultérieur, du retraitement et de la ré-incorporation dans des assemblages.

Pour que l'utilisation d'assemblages de combustible contenant du plutonium soit économiquement acceptable, il faut que la présence d'assemblages contenant de l'uranium naturel ou appauvri et du plutonium, à l'état d'oxyde mixte, n'exige pas une diminution de la longueur de cycle à l'équilibre par rapport à un réacteur utilisant uniquement de l'uranium enrichi. De plus la présence de combustible U-Pu ne doit pas pénaliser le fonctionnement du réacteur ; notamment il ne doit pas entraîner une diminution de puissance nominale, notamment du fait d'une distribution de puissance irrégulière. Enfin l'utilisation du plutonium ne doit pas apporter de complications excessives à la fabrication et à la gestion du combustible.

Pour faire mieux apparaître les difficultés à surmonter, on rappellera tout d'abord les caractéristiques principales du plutonium qui est actuellement disponible en quantité importante et qui provient des assemblages combustible initialement chargés d'uranium enrichi et ayant séjourné pendant deux ou trois ans environ dans un réacteur.

Le plutonium provenant du retraitement ne contient plus que très peu d'éléments de fission et d'uranium. Il est accompagné d'une faible teneur de transplutoniens, et notamment d'américium 241. Une composition isotopique représentative (en masse) est la suivante :

25	Pu 238	2,6%
	Pu 239	53,4%
	Pu 240	23,9%
	Pu 241	11,7%
	Pu 242	7,3%
30	Am 241	1,1%.

Les isotopes impairs du plutonium sont fissiles. Les isotopes pairs sont absorbants, donc gênent la réaction en chaîne. Mais Pu 238 et Pu 240 sont fertiles et donnent naissance à du matériau fissile qui peut ensuite participer à la production de neutrons.

Les différents isotopes fissiles et fertiles du

plutonium ont des sections de capture dont la variation avec l'énergie des neutrons est très différente de celle des isotopes correspondants de l'uranium.

- Les sections efficaces microscopiques d'absorption des neutrons thermiques (énergie inférieure à 1 eV) sont plus élevées pour Pu que pour U : la section d'absorption est à peu près deux fois plus élevée pour Pu 239 et Pu 241 que U 235 ; elle est environ cent fois plus élevée pour Pu 240 que pour U 238, ce qui fait que Pu 240, par absorption préférentielle de neutrons, va réduire la production de plutonium par conversion d'U 238.

- La section efficace de fission de U 235 varie en fonction inverse de l'énergie, dans le domaine thermique, alors que les isotopes 239, 240 et 241 du plutonium présentent chacun une résonance très marquée, à 0,3 eV pour 239 et 241, vers 1 eV pour 240.

- Les sections efficaces de fission des isotopes impairs du plutonium dans le domaine thermique sont à peu près trois fois plus grandes que celles de U 235.

En conséquence, l'utilisation pure et simple d'oxydes mixtes (U, Pu) dans tous les crayons d'un assemblage du type couramment utilisé dans les réacteurs refroidis et modérés à l'eau naturelle provoquerait un pic de puissance à la périphérie où la thermalisation est accrue par la présence d'une lame d'eau, au début d'un cycle de fonctionnement, et obligerait à réduire la puissance nominale.

On a notamment tenté de résoudre ce problème en constituant des assemblages dans lesquels les crayons périphériques et les crayons centraux contiennent les uns de l'uranium enrichi isotopiquement en U 235, les autres de l'uranium appauvri et du plutonium (US-A-4 251 321). On a également proposé (US-A-4 652 416) de constituer des assemblages ayant une partie périphérique constituée de crayons contenant de l'uranium enrichi, dans laquelle le flux neutronique est sensiblement thermique, et une partie centrale contenant du plutonium, dans laquelle la teneur

d'eau est réduite, de façon que les neutrons y ait une énergie plus élevée.

Ces solutions ont divers inconvénients. Elles conduisent à placer, dans le même assemblage, des crayons contenant de l'uranium enrichi et des crayons contenant du plutonium. Elles se prêtent mal à l'utilisation simultanée, dans un même cœur de réacteur, d'assemblages à uranium et d'assemblages au plutonium. Or la fabrication du combustible est très facilitée si certains seulement des assemblages sont à fabriquer dans les conditions de sécurité accrues requises par la toxicité et la radio-activité élevée du plutonium.

L'invention vise notamment à fournir un assemblage combustible contenant du plutonium, utilisable dans un réacteur refroidi et modéré par de l'eau naturelle, ne contenant pas d'uranium enrichi, substituable à un assemblage en uranium enrichi et pouvant être utilisé en même temps qu'un tel assemblage dans un réacteur nucléaire.

Pour cela, l'invention propose un assemblage combustible ayant des crayons de combustible répartis aux noeuds d'un réseau régulier (les crayons pouvant être omis en certains des noeuds, par exemple pour permettre la mise en place de tubes guides ou de tirants), ces crayons étant répartis en :

- un groupe central constitué de crayons ayant une première teneur  $t_1$  en plutonium,
- une rangée périphérique de crayons ayant une teneur  $t_2$ , inférieure à  $t_1$ , en plutonium, et
- un groupe de crayons de coin ayant une teneur  $t_3$  inférieure à  $t_2$ ,

le plutonium étant sous forme d'oxyde mixte de plutonium et d'uranium naturel ou appauvri, avantageusement ayant la même composition isotopique pour tous les crayons.

Les teneurs  $t_1$ ,  $t_2$  et  $t_3$  sont choisies de façon à obtenir une teneur moyenne  $\bar{t}$  telle que l'assemblage au plutonium soit équivalent, du point de vue de la durée de séjour acceptable en réacteur, aux assemblages à uranium

enrichi également utilisés.

Dans le cas d'un assemblage à section carrée, les crayons de coin comportent avantageusement non seulement les quatre crayons d'angle, mais aussi les deux crayons de bord  
5 qui encadrent chaque crayon d'angle.

Cette répartition de concentrations permet d'équilibrer la puissance dégagée par les différents crayons en dépit de la réduction d'énergie des neutrons que provoque l'effet modérateur des lames d'eau séparant les assemblages  
10 dans le réacteur.

Dans un assemblage où certains noeuds sont démunis de crayons, et constituent en conséquence des trous d'eau, il peut être utile de compenser le surplus local de ralentissement des neutrons. C'est notamment le cas dans les  
15 assemblages combustibles destinés aux réacteurs à eau sous pression, dont le squelette comprend des tubes guides dont certains sont proches des bords de l'assemblage, par exemple sont placés dans la troisième rangée à partir de la périphérie. Il peut alors être utile de substituer des  
20 crayons ayant la teneur  $t_2$  aux crayons à teneur  $t_1$  dans la seconde rangée à partir de la périphérie, entre la première rangée et chaque tube guide, qui constitue une zone de thermalisation intense des neutrons lorsqu'il ne contient pas de crayons de contrôle ou de variation de spectre.

25 L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit d'un mode particulier de réalisation, donné à titre d'exemple non limitatif, et qui correspondant au cas d'un assemblage pour réacteur à eau sous pression et à neutrons thermiques, dont les crayons sont répartis suivant  
30 un réseau carré de 17x17 cellules.

La description se réfère aux dessins qui l'accompagnent, dans lesquels :

35 - la figure 1 montre la répartition de puissance par couronne de crayons dans un assemblage dont tous les crayons ont la même teneur en plutonium et dans un assemblage à uranium enrichi adjacent ;

- la figure 2 est une vue en plan destinée à montrer la répartition des crayons en trois groupes dans un assemblage contenant du plutonium à plusieurs teneurs ;

5 - la figure 3, similaire à la figure 1, montre la répartition de puissance obtenue entre les couronnes de crayons, dans un assemblage du genre montré en figure 2.

10 Avant de déterminer la répartition des teneurs entre les différents crayons d'un assemblage, il convient de choisir la teneur moyenne  $t$  en plutonium à donner à l'assemblage pour assurer la compatibilité avec les assemblages à uranium enrichi également utilisés dans le cœur du réacteur.

15 On désignera par ce qui suit par teneur  $t$  en plutonium d'un crayon de combustible le rapport entre la masse totale ( $Pu+Am$ ) dans l'oxyde mixte et la masse totale des isotopes lourds ( $U+Pu+Am$ ), en pour-cent. On désignera également par  $t$  le rapport des masses, mais dans le cas d'un assemblage complet, comprenant des crayons de combustible répartis aux noeuds d'un réseau régulier.

20 Des données expérimentales ont permis d'établir une relation permettant de déterminer la teneur  $t$  correspondant à une teneur  $T$  en uranium 235 des assemblages dont les crayons contiennent uniquement de l'uranium enrichi, en tenant compte d'un facteur d'équivalence qui dépend de la composition isotopique du plutonium et de la teneur résiduelle en U 235 de l'uranium naturel ou appauvri associé au plutonium.

25 30 On considérera le cas, particulièrement représentatif, d'un cœur de réacteur à eau sous pression dont un quart des assemblages est remplacé chaque année, un assemblage sur cinq étant enrichi au plutonium.

Dans le cas où :

- les assemblages en  $UO_2$  ont un taux d'enrichissement  $T$  de 3,80%,
- 35 - l'épuisement moyen des assemblages lors du déchargement est de 45 000 MWj par tonne,

- le plutonium provient du retraitement d'un tel combustible à uranium enrichi, cinq ans séparant la fin de l'irradiation du rechargement,

5 - on a constaté que la teneur moyenne en plutonium doit être de  $t=7,70\%$  lorsqu'il est à l'état d'oxyde mixte avec de l'uranium appauvri à 0,225% de U 235.

10 Comme on l'a indiqué plus haut, la répartition de puissance serait très irrégulière dans le cas d'un assemblage dont tous les crayons auraient la même teneur massique  $t$  en plutonium. La figure 1 montre, à titre d'exemple, la répartition de puissance, déterminée par le calcul, que présenterait un assemblage dont tous les crayons auraient la même teneur atomique  $t$  de 7,70% en plutonium, comparée à celle d'un assemblage à  $\text{UO}_2$  enrichi adjacent, dans le cas où 15 les assemblages ont 17x17 cellules et une constitution classique, qui peut par exemple être celle décrite dans le document EP-A-0 187 578 ou le brevet correspondant FR 84 18645, auxquels on pourra se reporter. On constate que la puissance spécifique présente un pic intense dans la première couronne d'assemblage à partir de la périphérie, à proximité 20 de la lame d'eau 10 séparant deux assemblages.

25 On retrouverait un pic de puissance similaire dans le cas d'assemblages contenant des crayons dont l'enrichissement en plutonium est moindre, associés à des assemblages contenant de l'oxyde d'uranium à plus faible taux d'enrichissement, destinés à un réacteur pour lequel on remplace un tiers de cœur chaque année.

30 Pour atténuer les écarts de puissance spécifiques entre les couronnes, les crayons sont répartis en trois groupes ayant des teneurs en plutonium différentes, choisies en fonction du nombre des crayons dans chaque groupe de façon que la teneur moyenne dans l'assemblage soit proche  $t=7,70\%$ .

Des résultats satisfaisants sont obtenus en utilisant :

35 - un groupe central constitué de crayons ayant une première  $t_1$  en plutonium, par exemple de 1,13t,

- une rangée périphérique de crayons ayant une teneur  $t_2$ , par exemple de 0,73t, en tout cas inférieure à la teneur moyenne  $\bar{t}$ , et

5 - un groupe de crayons de coin ayant une teneur  $t_3$  inférieure à  $t_2$ , par exemple égale à 0,51t, pour tenir compte de la thermalisation intense dans la zone commune à deux lames d'eau.

10 L'influence de ce croisement de deux lames d'eau se faisant sentir au-delà des quatre crayons de coin, il sera souvent avantageux de prévoir trois crayons dans chaque coin, comme cela est représenté sur la figure 2, où les emplacements des crayons ayant la teneur  $t_1$  sont achurés, les emplacements des crayons ayant la teneur  $t_2$  sont tramés et les emplacements des crayons ayant la teneur  $t_3$  sont laissés en blanc. L'emplacement central est occupé par un tube 15 d'instrumentation.

20 L'assemblage combustible montré en figure 2 comporte vingt quatre tubes guides, qui constituent des trous d'eau lorsqu'ils ne sont pas occupés par un crayon de contrôle ou, dans le cas d'un réacteur susceptible d'être rendu légèrement épithermique, par des crayons de variation 25 de spectre d'énergie. Pour tenir compte de la thermalisation accrue des neutrons provoquée par l'effet combiné des lames d'eau et des trous d'eau aux emplacements compris entre les tubes guides 12 les plus proches du bord et la périphérie, les crayons à teneur  $t_1$  peuvent être remplacés par des crayons à teneur  $t_2$  à ces emplacements tels que 14. On peut également placer des crayons à teneur  $t_2$  aux emplacements 30 16 immédiatement adjacents aux emplacements des crayons à teneur  $t_3$ .

On obtient ainsi un assemblage dans lequel la répartition de puissance spécifique par couronne est celle indiquée sur la figure 3 (le chiffre 1 indiquant la couronne externe de crayons).

35 On constate que les écarts de puissance sont beaucoup plus réduits que dans le cas de la figure 1 et sont

acceptables.

Les assemblages suivant l'invention peuvent être régulièrement répartis dans un réacteur, les emplacements entre ces assemblages étant occupés par des assemblages à uranium enrichi. On peut notamment constituer un coeur avec 5 20% d'assemblages ayant les teneurs indiquées plus haut et 80% d'assemblages à uranium enrichi, ne comportant pas à l'origine de plutonium en quantité appréciable. On a également envisagé un coeur à 30% et 70% d'assemblages.

REVENDICATIONS

1. Assemblage combustible pour réacteurs nucléaires refroidis et modérés à l'eau naturelle, comprenant un faisceau de crayons combustibles contenant du plutonium et de l'uranium naturel ou appauvri, à l'état d'oxyde, répartis aux noeuds d'un réseau régulier,  
 5 caractérisé en ce que lesdits crayons sont distribués en :

- un groupe central constitué de crayons ayant une première teneur  $t_1$  en plutonium,
- 10 - une rangée périphérique de crayons ayant une teneur  $t_2$ , inférieure à  $t_1$ , en plutonium, et
- un groupe de crayons de coin ayant une teneur  $t_3$  inférieure à  $t_2$ ,

15 le plutonium et l'uranium étant sous forme d'oxyde mixte.

2. Assemblage selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'uranium et le plutonium de tous les crayons ont la même composition isotopique.

3. Assemblage selon la revendication 1 ou 2, à section carrée, caractérisé en ce que les crayons de coin comportent les quatres crayons d'angle et les deux crayons de bord qui encadrent chaque crayon d'angle.

20 4. Assemblage selon la revendication 1, 2 ou 3, caractérisé en ce que la teneur  $t_2$  est inférieure à la teneur moyenne  $\bar{t}$  en plutonium de l'assemblage.

25 5. Assemblage selon la revendication 4, caractérisé en ce que les teneurs  $t_1$ ,  $t_2$  et  $t_3$  sont respectivement approximativement égales à  $1,13t$ ,  $0,73t$  et  $0,51t$ ,  $t$  étant la teneur moyenne en plutonium de l'assemblage.

30 6. Assemblage selon l'une quelconque des revendications précédentes, ayant un squelette qui comprend des tubes guides dont certains sont placés dans la troisième rangée à partir de la périphérie, caractérisé en ce que des crayons ayant la teneur  $t_2$  sont substitués aux crayons à teneur  $t_1$  dans la seconde rangée à partir de la périphérie, entre la première rangée et chaque tube guide.

35

11 .

7. Coeur de réacteur nucléaire refroidi et modéré par de l'eau sous pression comprenant des assemblages combustibles contenant de l'uranium enrichi, caractérisé en ce que certains desdits assemblages sont remplacés par des  
5 assemblages suivant l'une quelconque des revendications précédentes en des emplacements régulièrement répartis.

8. Coeur selon la revendication 7, caractérisé en ce que un assemblage combustible en uranium enrichi sur cinq est remplacé.

10 9. Coeur selon la revendication 7, caractérisé en ce que trois assemblages combustibles en uranium enrichi sur dix sont remplacés.

1/2

FIG.1.

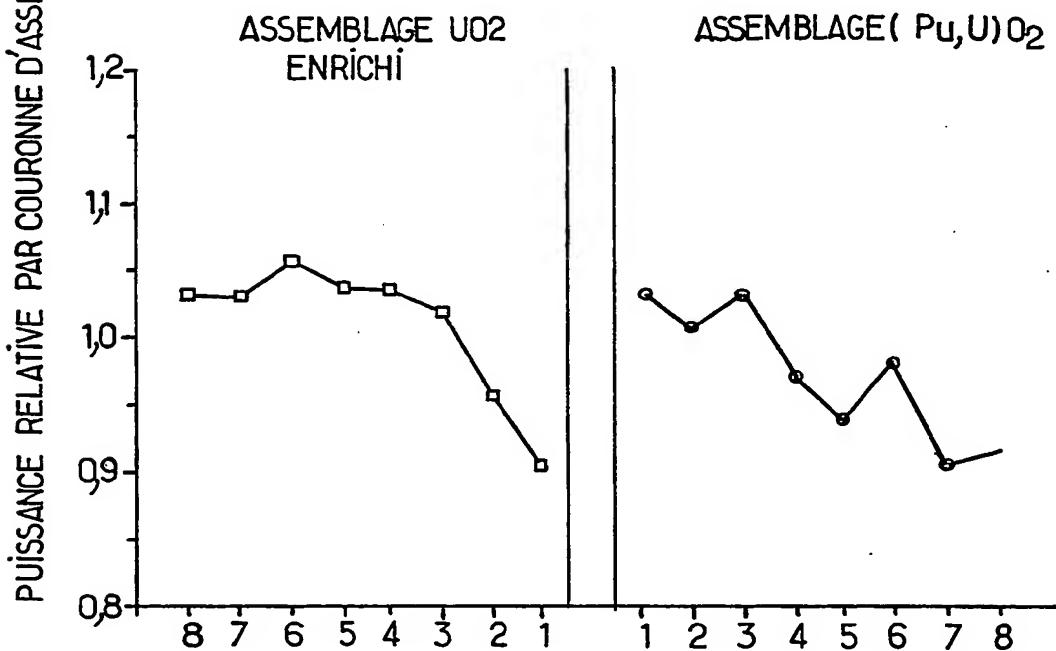
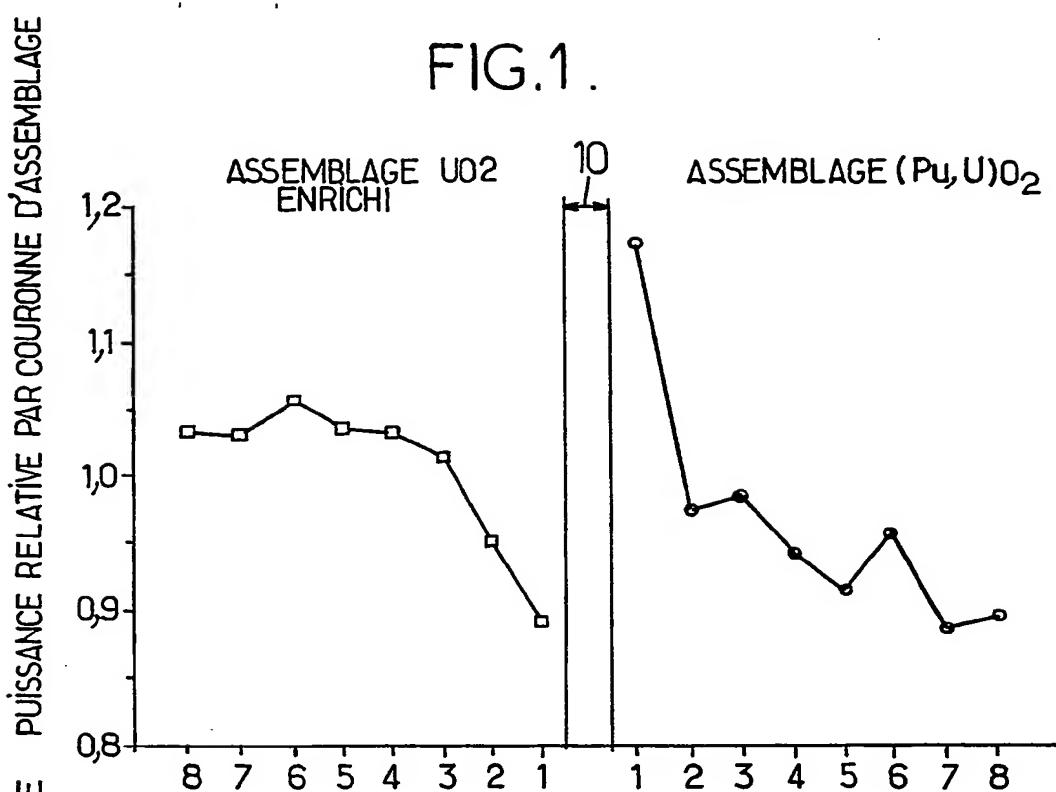
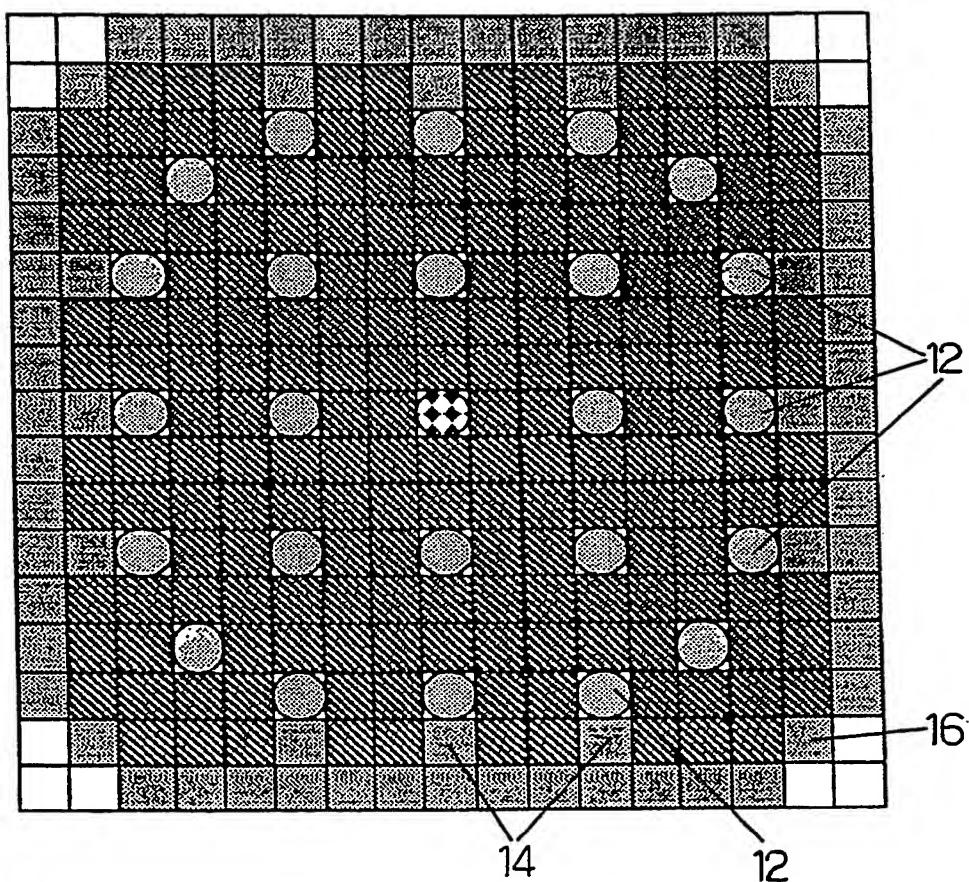


FIG.3.

FIG.2.



INSTITUT NATIONAL  
de la  
PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE  
établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement  
national

FR 9207916  
FA 476516  
Page 1

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie		
Y	NUCLEAR TECHNOLOGY vol. 94, Avril 1991, LA GRANGE PARK. IL. U.S.A. pages 87 - 98 M. ROME, M. SALVATORES, J. MONDOT, M. LE BARS 'Plutonium reload experience in french pressurized reactors' * page 88; figure 1 *	1-4
A	---	5,7
Y	DATABASE WPIL Week 8537, Derwent Publications Ltd., London, GB; AN 85-226933 & JP-A-60 147 685 (HITACHI) 3 Août 1985 * abrégé; figures 1-6 *	1-4
A	NUCLEAR TECHNOLOGY vol. 84, Mars 1989, LA GRANGE PARK. IL. U.S.A. pages 344 - 349 C. BANGIL, G. GAMBIER, M. SOLDEVILLA 'Four-batch fuel management with plutonium recycling' * page 345, colonne de droite; figure 2 *	1-2,7
D,A	US-A-4 251 321 (CROWTHER) * abrégé * * colonne 5, ligne 43 - colonne 6, ligne 8 * * colonne 6, lignes 62 - 67; figures 4-5 *	1-2
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 16, no. 39 (P-1305)30 Janvier 1992 & JP-A-03 246 488 ( TOSHIBA ) 1 Novembre 1991 * abrégé *	1-3
1	---	-/-
Date d'achèvement de la recherche 17 FEVRIER 1993		Examinateur DEROUBAIX P.G
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITES		
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'un moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		
T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant		
EPO FORM 150/90 (POUR)		

# REPUBLIQUE FRANÇAISE

**INSTITUT NATIONAL  
de la  
PROPRIETE INDUSTRIELLE**

## RAPPORT DE RECHERCHE

établi sur la base des dernières revendications déposées avant le commencement de la recherche

2693023

N° d'enregistrement  
national

FR 9207916  
FA 476516  
Page 2

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendications concernées de la demande examinée
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 16, no. 382 (P-1403) 14 Août 1992 & JP-A-04 122 887 ( HITACHI ) 23 Avril 1992 * abrégé * ---	1-3
A	FR-A-2 286 472 (COMMISSARIAT À L'ÉNERGIE ATOMIQUE) * page 2, ligne 32 - page 3, ligne 2; revendication 1; figure 2 *	2,7
A	US-A-3 844 886 (CROWTHER) * colonne 3, ligne 35 - ligne 38 *	1,7
A	EP-A-0 190 072 (NOVATOME) * revendications 1-2; figure 3 *	7-9
	-----	-----
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
Date d'achèvement de la recherche		
17 FEVRIER 1993		
Examinateur		
DEROUBAIX P.G		
<b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b>		
X : particulièrement pertinent à lui seul	T : théorie ou principe à la base de l'invention	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie	E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général	D : cité dans la demande	
O : divulgation non-écrite	L : cité pour d'autres raisons	
P : document intercalaire	& : membre de la même famille, document correspondant	

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

This Page Blank (usp)